

PCT LIB041051847  
PADE 030540 GP



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 29 SEP 2004  
WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03103667.6

Der Präsident des Europäischen Patentamts,  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office  
Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03103667.6  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 02.10.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH

20099 Hamburg  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Röntgengerät

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

A61B6/08

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

**BESCHREIBUNG****Röntgengerät**

Die Erfindung betrifft ein Röntgengerät und sie betrifft ein Verfahren zur Messung von Röntgendaten eines Objektes.

5

Aus der US 6,094,468 ist ein Röntgengerät bekannt, das ein mit Röntgenstrahlen durchgeführtes, sogenanntes Scanogramm verwendet, um auf die Objektdicke zu schließen.

Mittels dieser Objektdickendaten, die durch die erste Röntgendurchleuchtung (Scanogramm) bestimmt werden, wird eine zweite Röntgendurchleuchtung mit höherer

10 Röntgendosis durchgeführt und dabei wird etwa die Röntgenintensität in Abhängigkeit der Objektdickendaten so gesteuert, dass die Röntgendaten ein optimiertes Signal zu Rausch-Verhältnis aufweisen bei gleichzeitig minimierter Röntgendosis, die auf das Objekt appliziert wird.

15 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Röntgengerät und ein verbessertes Verfahren zum Messen von Röntgendaten eines Objektes zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Röntgengerät mit mindestens einer ersten Anord-

20 nung zur berührungslosen und Röntgenstrahlungs-freien Messung von ersten Daten eines Objektes, einer zweiten Anordnung zur Messung von Röntgendaten des Objektes mit Röntgenstrahlung und einer Steuereinheit, die zur Steuerung der zweiten Anordnung in Abhängigkeit der ersten Daten vorgesehen ist.

25 Von Vorteil ist bei dem erfindungsgemäßen Röntgengerät, dass die Messung der ersten Daten des Objektes berührungslos und Röntgenstrahlen-frei ist, es also keine ionisierenden Strahlen wie Röntgenstrahlen oder den Patienten schädigende Teilchen (etwa Elektronen oder Alpha-Teilchen –  $\text{He}^{2+}$ ) verwendet werden. „Röntgenstrahlen“ soll hier synonym für ionisierende Strahlung, insbesondere Röntgenstrahlung im  
30 Energiebereich von etwa 5 – 1000 Kiloelektronenvolt (keV), Gammastrahlung im

Bereich 1 – 20 Megaelektronenvolt (MeV) und Teilchenstrahlung (Elektronen, Alpha-Teilchen, Protonen, Neutronen, geladene Atome etc.), sein. Da die Messung berührungslos erfolgt, wird der Patient kaum beeinflusst und seine Position wird auch nicht durch den Kontakt mit einem Messgerät verändert.

5

Wird, wie in US 6,094,468 beschrieben, ein Scanogramm zur Bestimmung von ersten Daten des Patienten mit Röntgenstrahlung durchgeführt, hat dies den Nachteil, dass hier bereits Röntgendosis auf den Patienten appliziert werden muss, die nicht zum Röntgenbild beiträgt. Bei einem erfindungsgemäßen Röntgengerät werden notwendige erste

10 Daten des Objektes ohne Anwendung von Röntgenstrahlung bestimmt.

In der Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Röntgengeräts nach Anspruch 2 wird Licht oder Schall zur Messung der ersten Daten verwendet. Licht (z.B. in Form von Laserlicht) und Schall (insbesondere Ultraschall). Licht und Schall lassen sich leicht

15 erzeugen und tragen nicht zur Patientendosis bei.

Gemäß der Ausführungsform nach Anspruch 3 hat die erste Anordnung zur Messung der ersten Daten des Objektes einen Sender zum Aussenden von Licht oder Schall und einen Empfänger zum Empfangen des reflektierten Lichts oder Schalls. Hierbei ist bei

20 Lichterminnern insbesondere auf Laserdioden und bei Schall insbesondere auf Ultraschalltransducer verwiesen.

In der Ausführungsform nach Anspruch 4 sind die ersten Daten Geometriedaten des Objektes. Geometriedaten sind besonders leicht zu bestimmen, da nur die äußere

25 Umrandung des Objektes ausgemessen werden muss. Ein Durchdringen des Objektes (etwa mittels Licht oder Schall) zum Bestimmen eines inneren Objektmodells muss nicht durchgeführt werden. Eine ungefähre Bestimmung des Objektmodells kann durch Skalieren eines Standard-Objektmodells auf die besondere Objektgeometrie erreicht werden, wobei auch zusätzlich bekannte Daten über das Objekt in das skalierte

30 Objektmodell mit einfließen können.

In Anspruch 5 wird ein erfindungsgemäßes Röntgengerät beschrieben, bei dem die Reflexionseigenschaften des zu untersuchenden Objektes durch entsprechende Reflexionsunterstützende Mittel verbessert wird.

5 In der Ausführungsform nach Anspruch 6 wird ist die erste Anordnung dazu ausgestattet, die Bestimmung der ersten Daten des Objektes mittels Triangulation, Stereoskopie oder Laufzeitbestimmung durchzuführen.

10 In der Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Röntgengeräts nach Anspruch 7 ist eine Messeinheit der ersten Anordnung derart angeordnet, dass sie um das zu untersuchende Objekt rotieren kann. Dies ist vorteilhaft, da diese Messeinheit das Objekt bei der Rotation von allen Seiten ausmessen kann. Eine vollständige Objektvermessung wird dadurch erreicht.

15 Gemäß der Ausführungsform nach Anspruch 8 besteht die erste Anordnung aus mehreren räumlich stationären Messeinheiten. Dann können die ersten Daten des Objektes (etwa Geometriedaten) simultan von mehreren Messeinheiten bestimmt werden. Die stationäre Anordnung der Messeinheiten erlaubt eine einfache Kalibration.

20 Die in Anspruch 9 gegebene Ausführungsform ist derart ausgestaltet, dass eine Röntgenquelle der zweiten Anordnung um das Objekt herum rotiert. Dann können Röntgendaten von verschiedenen Positionen der Röntgenquelle aus aufgenommen werden. Die Steuerung der Röntgenintensität und/oder der mittleren Energie der Röntgenstrahlung wird von der Steuereinheit durchgeführt.

25

In der Ausführungsform nach Anspruch 10 gibt es eine Prozessoreinheit, die zur Wandlung der von der ersten Anordnung gemessenen Daten in Geometriedaten vorgesehen ist. Eine solche Wandlung kann etwa komplizierte Skalierungen von vordefinierten (dreidimensionalen) Patientenmodellen beinhalten.

30

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren nach Anspruch 11 zur Messung von

Röntgendaten, bei dem erste Daten eines Objektes berührungslos und Röntgenstrahlenfrei gemessen werden und die ersten Daten zur Steuerung der Messung der Röntgendaten dienen.

- 5 Die Erfindung wird im weiteren anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren im Detail beschrieben. Es zeigt
  - Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Röntgengerätes,
  - Fig. 2 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Röntgengeräts,
- 10 Fig. 3 eine Flussdiagrammdarstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Messung von Röntgendaten und
  - Fig. 4 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Computertomographen mit stationären Messeinheiten.
- 15 Fig. 1 zeigt schematisch die Basiselemente eines erfindungsgemäßen Röntgengerätes. Ein Objekt 1 (beispielsweise ein Patient) befindet sich im Untersuchungsbereich des Röntgengeräts. Eine erste Anordnung 2 dient zur berührungslosen und Röntgenstrahlen-freien Messung erster Daten D des Objektes 1. Die Daten werden aus Messgrößen A1 gewonnen. Die Messgrößen A1 sind beispielsweise
- 20 Lichtquantenverteilungen oder Schallwellenintensitäten, die eine Bestimmung von Objekteigenschaften erlauben, also etwa von dem Objekt reflektiertes Licht oder reflektierte Schallwellen. Lichtquanten bzw. Schallwellen sind also Träger von Informationen über Objekteigenschaften. Zur Bestimmung der ersten Daten des Objektes 1 werden keine Röntgenstrahlen verwendet. Dies reduziert die
- 25 Röntgenstrahlungsbelastung für den Patienten. Die Steuereinheit 3 ist mit der ersten Anordnung 2 gekoppelt und bekommt die ersten Daten D zugeführt. Die Steuereinheit 3 ist mit der zweiten Anordnung 4 gekoppelt und führt dieser Steuersignale S zu, die die Messung der Röntgen-Daten, die unter Verwendung von Röntgenstrahlung durchgeführt wird, steuert. Die Messgrößen A2, die von der zweiten Anordnung
- 30 gemessen werden, sind Röntgenstrahlenverteilungen. Die Steuersignale S dienen zur adaptiven Einstellung von Parametern der zweiten Anordnung.

Messungen mit Röntgenstrahlen werden oft mittels Röntgenstrahlung aus einer Röntgenstrahlenquelle, bei der eine Metallanode mit Elektronen bestrahlt wird, sodass Röntgenquanten maximal mit der Energie der eingestrahlten Elektronen aus dem Metall 5 emittiert werden. Eine solche Röntgenstrahlenquelle emittiert ein Röntgenstrahlenspektrum, dessen Intensität durch den Röntgenquellenstrom (also letztendlich durch die Anzahl von eingestrahlten Elektronen) bestimmt wird und das eine mittlere Energie aufweist, die von der Röntgenquellenspannung, also der Energie der eingestrahlten Elektronen, von Anodenparametern wie Anodenmaterial und Anodenwinkel, und von 10 der nachfolgenden Filterung der Röntgenstrahlung abhängt.

In der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Röntgengeräts sind die Messgrößen A1 Lichtquantenintensitäten (insbesondere von reflektiertem Laserlicht), die durch die erste Anordnung 2 in einem Sender 2' (z.B. Laserdiode) 15 erzeugt werden, von dem Objekt 1 reflektiert werden, und dann von einem Empfänger 2'' (z.B. eindimensional oder zweidimensional örtlich auflösender Detektor zur Messung von Lichtintensitäten) gemessen werden. Mittels aktiver Triangulation kann so die Entfernung zur reflektierenden Oberfläche bestimmt werden. Zur Unterstützung der Reflexionseigenschaften kann das Objekt (z.B. ein Patient) auch mit 20 reflexionsoptimierenden Mitteln 1' ausgestattet werden, etwa durch Umhüllung mit einer reflektierenden, dünnen Folie oder durch Aufsprayen einer reflektierenden Schicht. Die Steuereinheit 3 ist mit der ersten Anordnung 2 gekoppelt und bekommt die ersten Daten D zugeführt. In der gezeigten Ausführungsform gibt es zwischen erster Anordnung 2 und Steuereinheit 3 eine Prozessoreinheit 10, die die gemessenen Daten D 25 in Objektdickendaten D' des Objektes 1 umrechnet. Objektdickendaten sind Geometriedaten des Objektes. Die Prozessoreinheit 10 kann entweder, wie in Fig. 2 gezeigt, eine eigenständige Einheit sein, oder sie kann in die erste Anordnung 2 oder in die Steuereinheit 3 integriert sein oder sie kann aus mehreren 30 Prozessierungskomponenten bestehen, die ggf. auf die erste Anordnung 2 und die Steuereinheit 3 verteilt sind.

Die Steuereinheit 3 startet die Messung der Röntgen-Daten durch die zweite Anordnung 4 mittels der Steuersignale S' und S''. Die zweite Anordnung hat in der gezeigten Ausführungsform eine Röntgenquelle 4' und einen Röntgendetektor 4''. Handelt es sich bei dem Röntgengerät um einen Computertomographen, dann wird zur

5 Messung der Röntgendifferenzen des Objektes 1 die Röntgenquelle 4' und der Röntgendetektor 4'' in Richtung R um das Objekt 1 rotiert und unter unterschiedlichen Rotationswinkeln werden jeweils Röntgendifferenzen (sogenannte Röntgenprofile) gemessen. Die hierbei gemessenen Röntgendifferenzen sind Röntgen-Transmissionsdaten und geben die Röntgenabsorptionseigenschaften des Objektes 1 wieder. Die Röntgen-Transmissions-

10 daten werden einer nicht gezeigten Rekonstruktionseinheit zugeführt, die aus diesen Daten Schnittbilder der Röntgenabsorptionseigenschaften des durchstrahlten Objektes berechnet. Bei großen Objektdicken oder bei geringer Leistung der Röntgenquelle 4' kann die auf dem Röntgendetektor 4'' gemessenen Intensität der transmittierten Röntgenstrahlung so gering sein, dass die Messung durch hohes Rauschen

15 beeinträchtigt wird. Bei zu hoher Leistung der Röntgenquelle 4' bzw. bei geringen Objektdicken kann die Intensität der gemessenen Röntgenstrahlung höher sein, als dies für eine qualitativ ausreichende Messung notwendig gewesen wäre. Dies führt dann zu einer unnötigen Applikation von Röntgenstrahlung auf das Objekt 1 (den Patienten). Abhängig von den Objektdickendaten D', aus denen die Steuereinheit 3 bei gegebener

20 Position der Röntgenstrahlenquelle 4' berechnen kann, wie hoch die notwendige Intensität und/oder mittlere Energie der Röntgenstrahlung für qualitativ ausreichende Messung sein muss, regelt die Steuereinheit 3 mittels der Steuersignale S' die Röntgenstrahlenintensität beispielsweise durch Variation des Röntgenquellenstromes oder durch Variation der Röntgenquellenspannung. Solche Steuerungsmechanismen

25 sind dem Fachmann bekannt. Bei einem nicht rotierenden Röntgengerät, das nur Röntgen-Projektionsaufnahmen unter einem gegebenen Winkel macht, etwa mittels eines zweidimensional auflösenden Röntgendetektors, kann die Steuereinheit aufgrund der Objektdickendaten auch eine lokale Variation der Röntgenintensität steuern, etwa durch Einfahren von Röntgenfilterelementen in den Strahlengang. Es kann auch

30 sinnvoll sein, Parameter des Röntgendetektors 4'' durch die Steuereinheit 3 mittels Steuersignalen 3'' zu steuern. Solche Parameter können die beispielsweise die Dauer

der einzelnen Messung oder das lokale Binning, also die lokal abhängige Zusammenfassung von Detektorelementen zu einem effektiven Detektorelement größerer Fläche, um so ein besseres Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu bekommen, sein.

- 5    Anstatt mit einer Laserdiode 2' und einem Detektor 2'' zur aktiven Triangulationsmessung kann die erste Anordnung 2 auch anders ausgestaltet sein. Beispiele hierfür sind
  - ein Scanner mit Sender und Empfänger zur Laufzeitermittlung des ausgesendeten Signals (entweder mittels Laserlicht oder Schallwellen),
- 10    ▪ ein Sender zum Abstrahlen eines bekannten Lichtmusters (z.B. ein geometrisches Raster) und eine Kamera zur Auswertung der Musterverformung auf der Objekt-oberfläche,
- 15    ▪ ein binokulares oder trinokulares Kamerasystem zur passiven Triangulationsmessung (Stereoskopie mit Umgebungslicht),
- ein berührungsloser akustischer Abstandssensor, insbesondere mit schmaler Schallkeule.

Optische und akustische Abstandssensoren sind dem Fachmann bekannt und werden etwa von Baumer Electric AG, LAP GmbH oder Micro-Epsilon Messtechnik angeboten. Ein Übersichtsvortrag zu Abstandssensoren von Prof. Dr.-Ing. R. Dillmann von der Universität Karlsruhe findet sich beispielsweise auf der Internetseite:  
<http://wwwiaim.ira.uka.de/Teaching/VorlesungRobotikIII>.

In Fig. 3 ist schematisch ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Messung von Röntgendifferenzen eines Objektes gezeigt. Zuerst wird das Verfahren gestartet. Danach werden in Verfahrensschritt S1 die ersten Daten des Objektes gemessen. Bei einer Ausführungsform mit einer ersten Anordnung zur Messung der ersten Daten, die einen Sender und einen Empfänger aufweist, teilt sich Verfahrensschritt S1 in die Verfahrensschritte S1' und S1'' auf, wobei in S1' vom Sender ein Träger gesendet wird (beispielsweise Licht oder Schall) und in S1'' der Empfänger den reflektierten bzw. zurückgestrahlten Träger misst. Der Verfahrensschritt S1 bzw. die Verfahrensschritte S1' und

S1'' werden dabei so oft wie nötig wiederholt (beispielsweise, wenn das Objekt abgetastet wird oder wenn das Objekt von verschiedenen Positionen aus vermessen wird), was durch den gestrichelten Rahmen angedeutet ist. In Verfahrensschritt S2 wird aus den gemessenen ersten Daten ein Röntgenmessprotokoll bestimmt. Das Röntgen-

5 messprotokoll definiert beispielsweise die Intensität und/oder die mittlere Energie der Röntgenstrahlung bei verschiedenen Positionen der Röntgenquelle oder die Röntgenintensitätsverteilung im eindimensional oder zweidimensional ausgebreiteten Röntgenstrahl. In Verfahrensschritt S3 werden die Röntgendaten des Objektes gemessen, wobei Steuersignale in Verfahrensschritt S4 an die zweite Anordnung abgegeben werden, so

10 dass das Röntgenmessprotokoll eingehalten wird. Die Steuersignal dienen unter anderem dazu, die Röntgenmessung zu starten, die Röntgenintensität und mittlere Energie des Röntgenspektrum einzustellen und/oder gewünschte Filterungen im Röntgenstrahl vorzunehmen, etwa durch Einfahren von Röntgenfilterelementen. Verfahrensschritte S3 und S4 sind daher typischerweise simultan ablaufend. Werden die Röntgendaten eines

15 größeren Objektbereichs gemessen, dann können auch die Verfahrensschritte S1 bzw. S1' und S1'' simultan zu S2, S3 und S4 ablaufen, wobei dann die ersten Daten eines Objektbereichs gemessen werden, von dem erst zu einem späteren Zeitpunkt Röntgendetaten gemessen werden.

20 Fig. 4 zeigt schematisch einen Aufbau eines erfindungsgemäßen Röntgengeräts, dass eine zweite Anordnung 4 mit einer Röntgenquelle 4' und einem Röntgendetektor 4'' aufweist. Die Röntgenquelle 4' und der Röntgendetektor 4'' sind an einer nicht gezeigten mechanischen Konstruktion befestigt (Rotor der Gantry des Computertomographen), sodass Röntgenröhre 4' und Röntgendetektor 4'' simultan um den Patienten 1

25 rotieren. Das Röntgengerät hat weiterhin eine erste Anordnung 2 mit drei nicht rotierenden Messeinheiten 2.1, 2.2, 2.3, die beispielsweise auf dem nicht rotierenden Teil der Gantry (Stator) montiert sind. Die Messeinheiten 2.1, 2.2, 2.3 messen mittels eines linearen oder flächigen Laserdistanzsensors die Patientengeometrie aus. Die drei Messeinheiten 2.1, 2.2, 2.3 sind so angeordnet, dass sie den Patienten 1 vollständig

30 erfassen können. In der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ist der Patient 1 auf einem Patiententisch positioniert. Die Geometrie dieses Tisches kann bereits zuvor ohne

Patient ausgemessen worden sein bzw. dem Röntgengerät bekannt sein (z.B. in Form einer elektronisch gespeicherten Tabelle). Es ist dann möglich, die Tischgeometrie von der gemessenen Gesamtgeometrie zu subtrahieren und derart die Patientengeometrie zu bestimmen, die für die Dosisberechnung bedeutend ist. Dies passiert in einer

- 5 entsprechenden Prozessoreinheit 10. Weiterhin kann die Prozessoreinheit 10 dazu dienen, dass die gemessenen Objektdickendaten dazu benutzt werden, beispielhafte Patientenmodelle auf die gemessene Patientengeometrie anzupassen. Ein beispielhaftes Patientenmodell kann etwa Lunge, Leber, Knochen etc. eines Patienten beinhalten. Ggf. durch Anwahl von Parametern wie Körperfettanteil, Knochenstärke etc. kann das
- 10 Patientenmodell auf die aktuelle Situation angepasst werden, bevor es auf die gemessene Patientengeometrie skaliert wird. Durch dieses Modell zur Schätzung der Anordnung von stark absorbierenden Bereichen (Knochen) bzw. wenig absorbierenden Bereichen (Lunge) bzw. eine hohe Kontrastauflösung erfordерnde Bereiche (Leber) kann eine Feinabstimmung des Röntgenmessprotokolls vorgenommen werden. Für
- 15 weitere Details wird auf die US 6,094,468 verwiesen.

In einer weiteren Ausführungsform kann das Röntgengerät aber auch mit nur einer Messeinheit 2' versehen sein, die mitrotierend an der mechanischen Konstruktion angebracht ist. Dann wird für die Bestimmung der Geometriedaten (Objektdickendaten)

- 20 die Messeinheit 2' um den Patienten rotiert. Aus unter verschiedenen Winkel aufgenommenen Distanzdaten wird die Patientengeometrie bestimmt.

Bei einem erfindungsgemäßen Röntgengerät nach Fig. 4 gibt es verschiedene Methoden, dieses zu betreiben. So sind in einer Ausführungsform die Messeinheiten

- 25 2.1, 2.2, 2.3 so angeordnet, dass sie die Geometrie eines Patientenbereichs bestimmen, bevor dieser Patientenbereich mittels Röntgenstrahlung durchleuchtet wird. Messung der Patientengeometrie und Röntgendurchleuchtung können dann für unterschiedliche Patientenbereiche simultan erfolgen. Es ist aber auch möglich, den Patienten zuerst ganz mit den Messeinheiten 2.1, 2.2, 2.3 zu vermessen, wobei der Patient auf dem
- 30 Patiententisch durch den Messbereich der Messeinheiten durchgefahren wird, bevor die Messung der Röntgendifferenzdaten durchgeführt wird.

**PATENTANSPRÜCHE****1. Röntgengerät mit**

- mindestens einer ersten Anordnung (2) zur berührungslosen und Röntgenstrahlung-freien Messung von ersten Daten eines Objektes (1),
- einer zweiten Anordnung (4) zur Messung von Röntgendifferenzen des Objektes (1) mit Röntgenstrahlung und
- einer Steuereinheit (3), die zur Steuerung der zweiten Anordnung (4) in Abhängigkeit der ersten Daten vorgesehen ist.

**2. Röntgengerät nach Anspruch 1,**

10 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die erste Anordnung (2) dazu ausgestattet ist, zur Messung der ersten Daten Licht oder Schall zu verwenden.

**3. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 2,**

15 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die erste Anordnung (2) einen Sender (2') zum Aussenden von Licht oder Schall und einen Empfänger (2'') zum Empfangen des reflektierten Lichts oder Schalls aufweist.

20 **4. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3,**

**dadurch gekennzeichnet,**

dass die ersten Daten Geometriedaten des Objektes (1) sind.

5. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Objekt (1) mit reflexionsoptimierenden Mitteln (1') versehen ist.

5    6. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Anordnung (2) die ersten Daten mittels Triangulation, Stereoskopie oder Laufzeitbestimmung misst.

10    7. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Anordnung (2) eine Messeinheit (2.1) hat, die dazu vorgesehen ist, um das Objekt (1) zu rotieren.

15    8. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Anordnung (2) mehrere räumlich stationäre Messeinheiten (2.1, 2.2, 2.3) aufweist.

20    9. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Anordnung (4) eine Röntgenquelle (2') hat, die dazu vorgesehen ist, um das Objekt (1) zu rotieren, und dass die Intensität und/oder mittlere Energie der Röntgenstrahlung durch die Steuereinheit (3) gesteuert wird.

25    10. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Röntgengerät eine Prozessoreinheit (10) aufweist, die dazu vorgesehen ist, von der ersten Anordnung (2) gemessene Daten (D) in Geometriedaten (D') zu

30    wandeln.

11. Verfahren zum Messen von Röntgendifferenzdaten eines Objektes (1), die folgenden Schritte beinhaltend:

5

- Messen von ersten Daten des Objektes (1) mittels einer berührungslosen und Röntgenstrahlen-freien Methode,
- Starten des Messens von Röntgendifferenzdaten des Objektes (1) mittels Röntgenstrahlen,
- Steuern der Messung der Röntgendifferenzdaten in Abhängigkeit von den ersten Daten.

10

## ZUSAMMENFASSUNG

### Röntgengerät

Ein erfindungsgemäßes Röntgengerät weist eine erste Anordnung (2) auf, die zur berührungslosen und Röntgenstrahlenfreien Messung von ersten Daten eines Objektes

5 (1) vorgesehen ist. Eine Steuereinheit (3) steuert auf Basis der ersten Daten des Objektes eine zweite Anordnung (4), die Röntgendaten des Objektes mittels Röntgenstrahlung misst. Mit einem solchen Röntgengerät können erste Daten des Objektes ohne Anwendung von Röntgenstrahlung gewonnen werden und es wird eine Steuerung der Messung der Röntgendaten ermöglicht, sodass bei optimaler Qualität der Röntgendaten

10 nur eine minimale Röntgendosis auf das Objekt appliziert wird.

Fig. 2

1/3

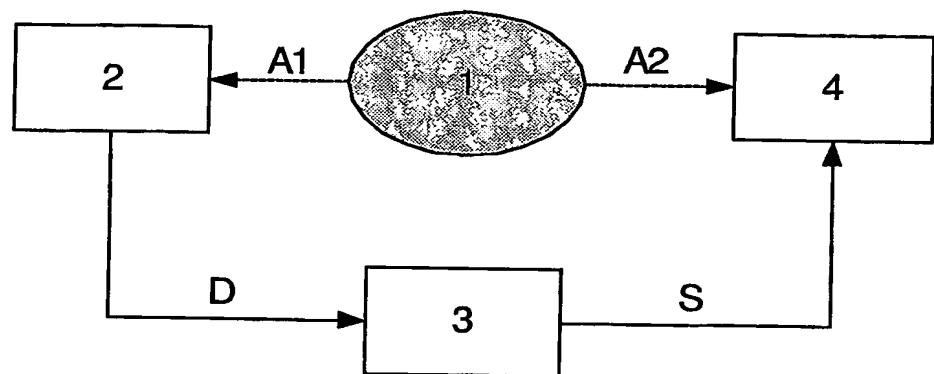


FIG. 1

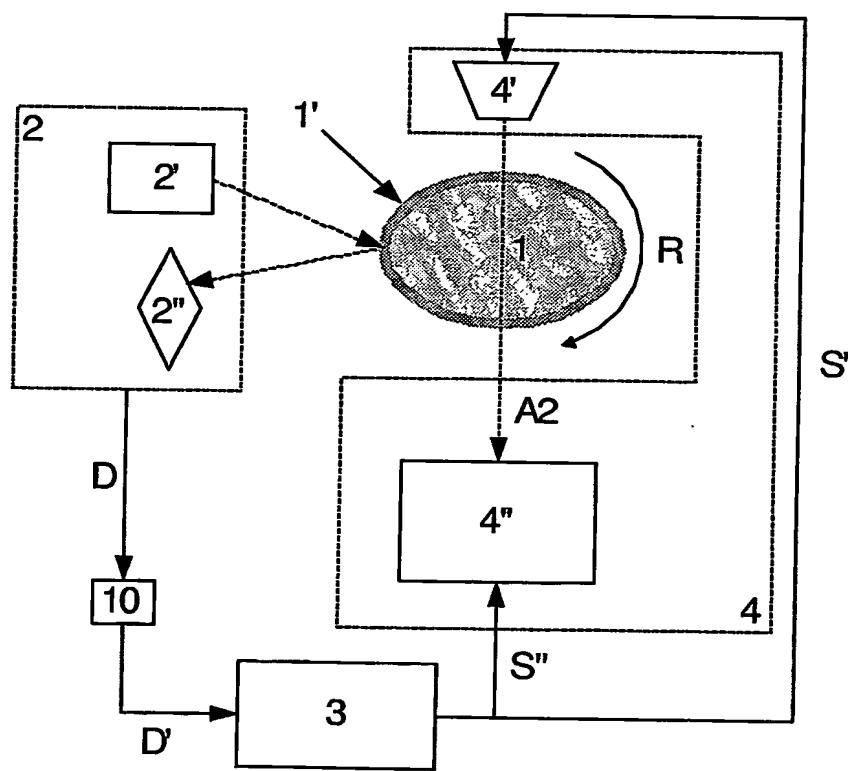


FIG. 2

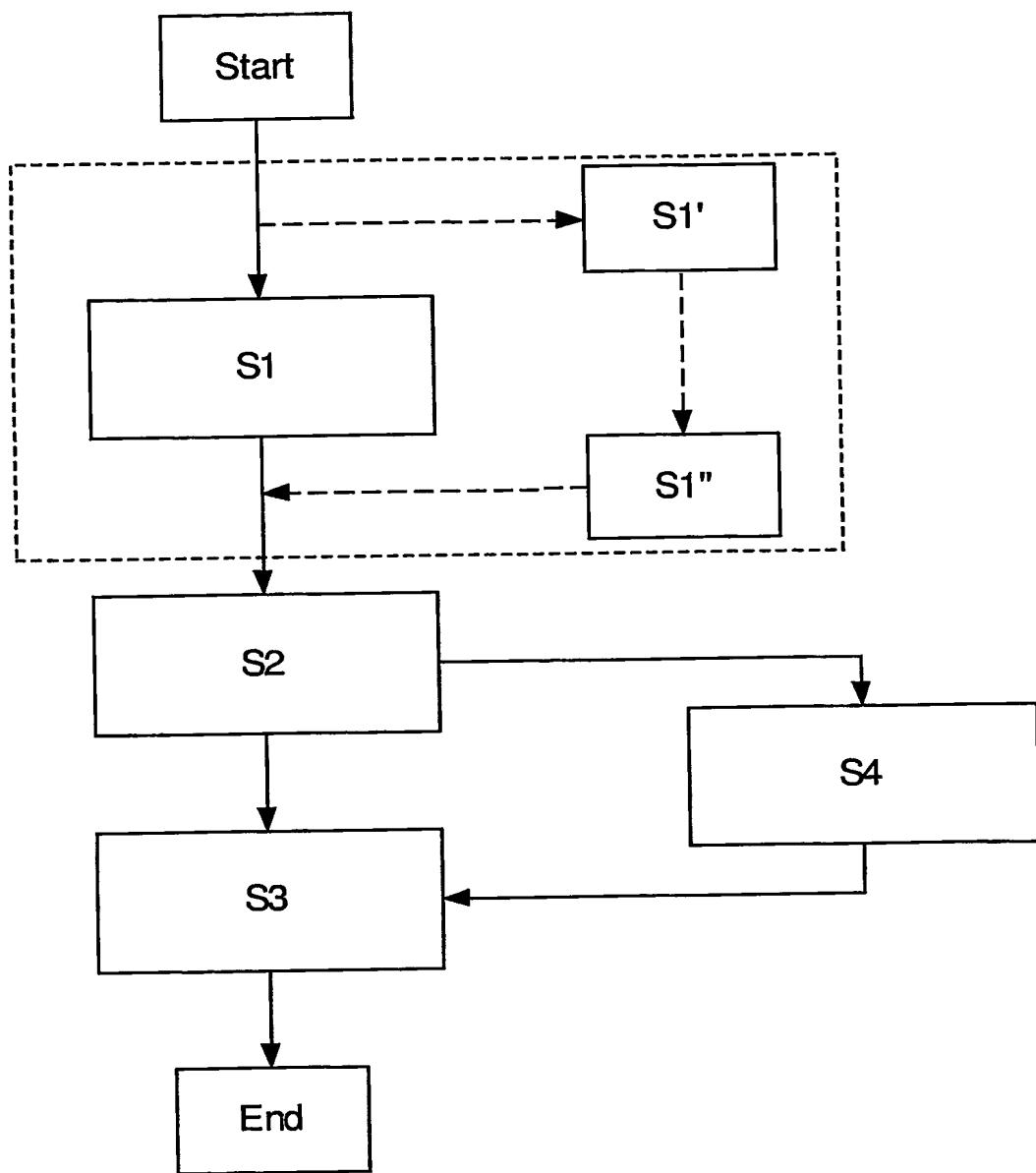


FIG. 3

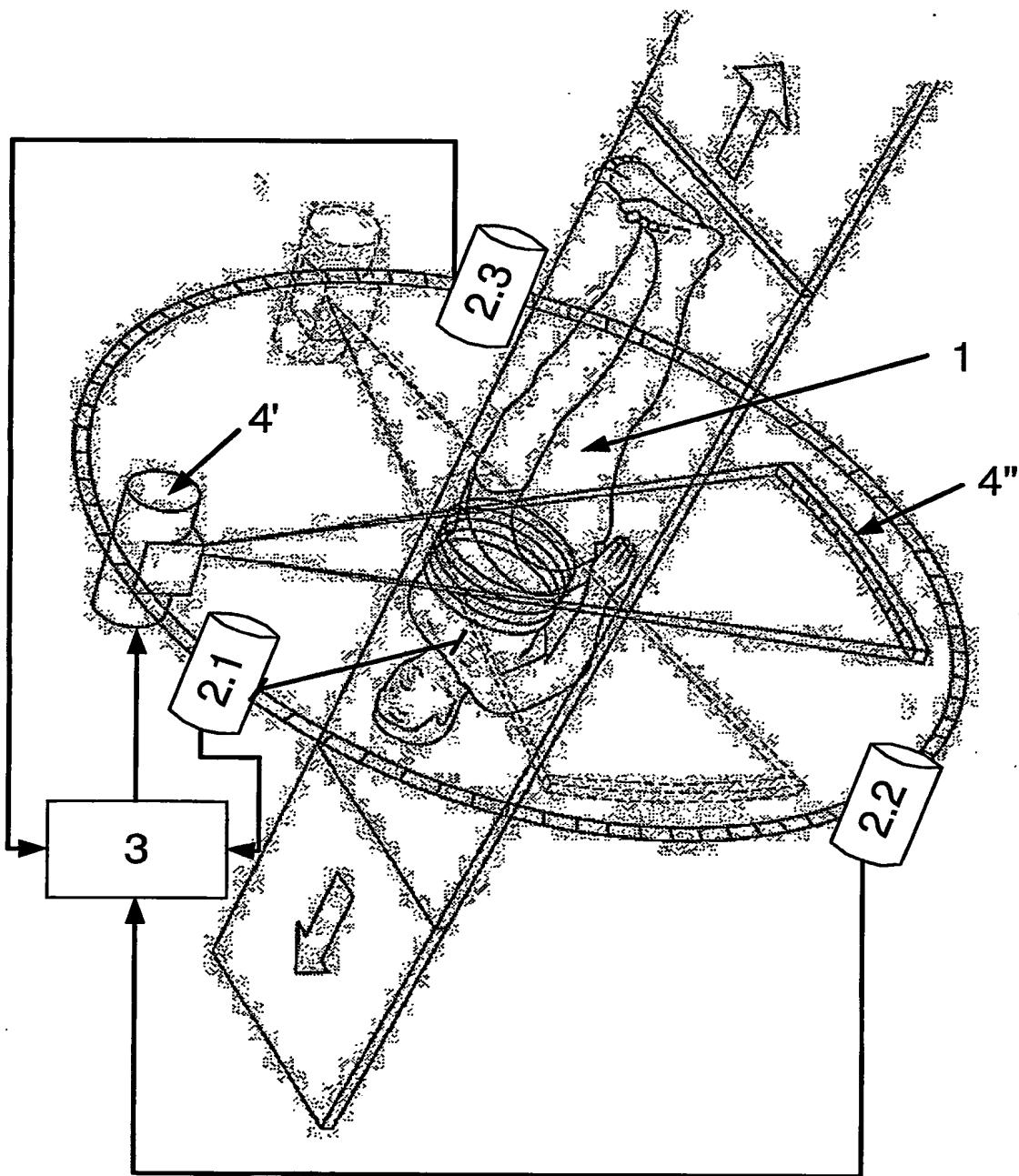


FIG. 4